

PAT-NO: JP411071688A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11071688 A

TITLE: PATTERN FORMATION USING MASK AND PRODUCTION OF COMPOUND
THIN-FILM MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: March 16, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

UNO, YASUSHI

INOUE, TORU

MINO, TETSUYA

MATSUKUMA, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TDK CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09246002

APPL-DATE: August 28, 1997

INT-CL (IPC): C23F004/00, G11B005/31 , G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form patterns in such a manner that the flanks of the patterns are made perpendicular to a ground surface by using a mask formed by a metal compd. contg. Ni or Co metal as a parent material and contg. at least group 3B elements and/or group 5B elements.

SOLUTION: A resist frame 14 opened in the parts corresponding to the mask 15 to be formed is formed on an upper magnetic pole layer 13 in a stage for forming the patterns of the writing magnetic pole layers of a compound thin-film magnetic head. The mask 15 is then formed by electrolytic plating. The formed mask 15 is the metal compd. contg. the Ni or Co metal as the parent material and contg. at least the group 3B elements and/or group 5B elements. The film thickness is 1.0 to 3.0 μm . Then, an etching rate is extremely lower than the etching rate of the object layer to be etched and, therefore, the constitution is made possible at the extremely small thickness. The mask having high anisotropy (perpendicularity of 90 $^\circ$ to the ground surface) is obtd.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-71688

(43)公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

A

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

C

5/39

5/39

K

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-246002

(22)出願日 平成9年(1997) 8月28日

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 宇野 泰史

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(72)発明者 井上 亨

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(72)発明者 箕野 哲哉

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(74)代理人 弁理士 山本 恵一

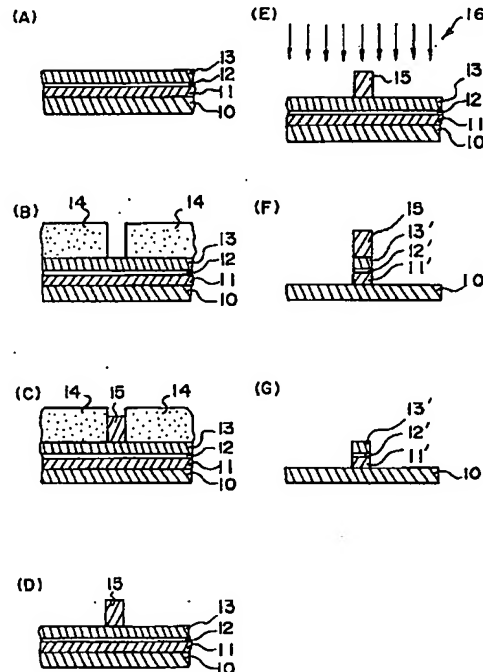
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マスクを用いたパターン形成方法及び複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】 パターンの側面がその下地面に対して垂直となるように形成可能なパターン形成方法を提供する。

【解決手段】 パターン形成すべき対象層上にマスクを形成し、対象層を選択的にエッチングするパターン形成方法であって、マスクとして、ニッケル金属又はコバルト金属を母材とし、少なくとも3B族元素及び又は5B族元素を含有する金属化合物により形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パターン形成すべき対象層上にマスクを形成し、該対象層を選択的にエッチングするパターン形成方法であって、前記マスクとして、ニッケル金属又はコバルト金属を母材とし、少なくとも3B族元素及び／又は5B族元素を含有する金属化合物により形成されたマスクを用いることを特徴とするマスクを用いたパターン形成方法。

【請求項2】 前記3B族元素が、ホウ素であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記マスクが0.2～14.0wt%のホウ素を含む組成であることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記5B族元素が、リンであることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】 前記マスクが0.2～14.0wt%のリンを含む組成であることを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】 パターン形成すべき対象層の少なくとも前記マスクの下地となる層が、鉄系の材料から形成されていることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の方法。

【請求項7】 前記鉄系の材料が、ニッケル・鉄からなることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】 前記鉄系の材料が、鉄・窒素からなることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項9】 前記鉄系の材料が、鉄・ジルコン・窒素からなることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項10】 形成すべきマスクに相当する部分が開口したレジスト層を前記対象層上に形成し、無電解めっきにより前記マスクを形成した後、前記レジスト層を除去することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の方法。

【請求項11】 前記無電解めっきを行う前に、酸性水溶液によってめっき面の洗浄を行うことを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項12】 前記無電解めっきにおける膜成長速度が、100nm/min以下に保たれることを特徴とする請求項10又は11に記載の方法。

【請求項13】 前記パターン形成すべき対象層が、インダクティブ書込みヘッド部と磁気抵抗効果読出しヘッド部とを有する複合型薄膜磁気ヘッドにおける書込み磁極層であり、前記マスクを形成した後、ドライエッチングにより書込み磁極層のパターンを形成するものであることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】 インダクティブ書込みヘッド部と磁気抵抗効果読出しヘッド部とを有する複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、該インダクティブ書込みヘッド部の書込み磁極層のパターンを形成する工程において、

請求項1から12のいずれか1項に記載の方法を用いてマスクを形成した後、ドライエッチングにより該書込み磁極層のパターンを形成することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マスクを用いたパターン形成方法に係り、半導体、導電体、誘電体、及び磁性体等の薄膜素子における、特に薄膜磁気ヘッドにおけるパターン形成方法並びに複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ドライエッチングを用いて対象層のパターン形成を行う場合、レジスト（光硬化樹脂）等のマスクによって非エッチング部分を被覆する保護パターンをその対象層上に形成しておき、プラズマやイオンビーム等によってエッチング部分を化学的及び／又は物理的に侵食除去する処理が行われる。

【0003】このようなドライエッチングプロセスにおいては、一般に、完成後のパターンの側壁がその下地面に対して垂直となる非常に方向的なプロセスのことを、異方性エッチング（方向性エッチング又は垂直エッチングとも称する）と呼んでいる。

【0004】例えば、インダクティブ書込みヘッド部と磁気抵抗効果読出しヘッド部とを有する複合型薄膜磁気ヘッドにおける書込み磁極層をこの種のドライエッチングでパターンニングする場合、基板方向への垂直性を付与する微細加工が要求され、そのエッチングは異方性エッチングであることが必要条件となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】エッチングプロセスにおける問題点の1つは、マスク自体がプロセス中に同時にエッチングされてしまうことである。このため、マスクは十分な厚さを必要とする。マスクの膜厚が大きくなると、エッチングの異方性を維持することが難しくなる。また、エッチング中は、エッチング対象層のエッチングされた材料のみならずマスクのエッチングされた材料も飛散し、その一部がマスクの側壁面に再付着し、非エッチング部分の保護パターン幅が設計値より徐々に拡大していく現象が発生する。これによって、素子形成に必要なエッチングの異方性が著しく損なわれ、エッチングによってパターンニングされた対象層の側面が垂直とはならず、その断面は例えば上部幅よりも下部幅の方が広い正のテーパ状（台形状）となってしまう。

【0006】このような問題点を解決すべく、加工すべき対象層とエッチングレートがほぼ同じであるニッケル鉄合金をマスク材料として用いることが既に提案されている（特開平3-252907号公報）。しかしながら、このようなニッケル鉄合金を用いた場合にも、マスク自体がエッチングされて再付着するのみならず、マス

ク自体がかなり厚い膜厚(2~2.5 μ m)であることを要し、その結果、エッチングの異方性を確保することが困難となる。

【0007】従って本発明の目的は、パターンの側面がその下地面对して垂直となるように形成可能なパターン形成方法及び複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、パターン形成すべき対象層上にマスクを形成し、対象層を選択的にエッチングするパターン形成方法であって、マスクとして、ニッケル金属又はコバルト金属を母材とし、少なくとも3B族元素及び／又は5B族元素を含有する金属化合物により形成されたパターン形成方法が提供される。

【0009】ニッケル金属又はコバルト金属を母材とし、少なくとも3B族元素及び／又は5B族元素を含有する金属化合物は、エッチングレートがエッチングされるべき対象層より著しく低いため、これをマスクとして用いた場合に、非常に薄い膜厚で構成可能となる。その結果、エッチングの異方性を確実に得ることができる。

【0010】3B族元素がホウ素であることが好ましく、また、5B族元素がリンであることが好ましい。

【0011】この場合、マスクが0.2~14.0wt%のホウ素を含む組成であることがより好ましい。また、マスクが0.2~14.0wt%のリンを含む組成であることもより好ましい。

【0012】パターン形成すべき対象層の少なくともマスクの下地となる層が、例えば、ニッケル・鉄、鉄・窒素又は鉄・ジルコン・窒素等の、鉄系の材料であることが好ましい。

【0013】形成すべきマスクに相当する部分が開口したレジスト層を対象層上に形成し、無電解めっきによりこのマスクを形成した後、レジスト層を除去することを含むことが好ましい。

【0014】無電解めっきを行う前に、酸性水溶液によってめっき面の洗浄を行うこと、並びに無電解めっきにおける膜成長速度が、100nm/min以下に保たれることが好ましい。

【0015】パターン形成すべき対象層が、インダクティブ書込みヘッド部と磁気抵抗効果(MR)読出しヘッド部とを有する複合型薄膜磁気ヘッドにおける書込み磁極層であり、マスクを形成した後、ドライエッチングにより書込み磁極層のパターンを形成するものであることが好ましい。

【0016】本発明によれば、さらに、インダクティブ書込みヘッド部とMR読出しヘッド部とを有する複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。そのインダクティブ書込みヘッド部の書込み磁極層のパターンを形成する工程においては、上述した方法を用いてマスクを形

成した後、ドライエッチングにより書込み磁極層のパターンを形成する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0018】図1(A)~(G)は、本発明のパターン形成方法及び製造方法の一実施形態における工程を概略的に示す断面図である。この実施形態は、インダクティブ書込みヘッド部とMR読出しヘッド部とを有する複合型薄膜磁気ヘッドにおける書込み磁極層のパターンを形成する工程を示している。

【0019】同図(A)に示すように、図示しない基板(ウエハ)上にMR読出しヘッド部を形成し、その上部シールド層10上にインダクティブ書込みヘッド部の下部磁極層11、記録ギャップ層12及び上部磁極層13を積層する。

【0020】本実施形態では、上部シールド層10として、約3.5 μ mの膜厚のNiFe(ニッケル・鉄)(80wt%Ni-20wt%Fe)をフォトリソグラフィ及び電気めっきで形成している。下部磁極層11及び上部磁極層13として、それぞれ、約0.5 μ mの膜厚のFeZrN(鉄・ジルコン・窒素)又はFeN(鉄・窒素)等の高Bs膜をスパッタリングで形成している。高Bs膜の代わりにNiFe膜を用いてもよい。記録ギャップ層12として、約0.3 μ mの膜厚の絶縁膜をスパッタリングで形成している。

【0021】次いで、同図(B)に示すように、形成すべきマスクに相当する部分(例えば0.3~2.0 μ m程度の幅)が開口したレジストフレーム14を上部磁極層13上に形成する。本実施形態では、レジストフレーム14として、約2~5 μ mの膜厚のノボラック系レジストをフォトリソグラフィで形成している。

【0022】次いで、同図(C)に示すように、無電解めっきによりマスク15を形成する。無電解めっきの前にウエハを4.5%HCl水溶液に約1.5分間浸漬し、めっき面のぬれ性を得ることが望ましい。

【0023】形成されるマスク15は、ニッケル金属(Ni)又はコバルト金属(Co)を母材とし、これにホウ素(B)等の3B族元素や、リン(P)等の5B族元素を添加した金属化合物であり、膜厚は約1.0~3.0 μ mである。

【0024】Ni母材にBを添加したNiBのマスク15及びNi母材にPを添加したNiPのマスク15について、そのB及びPの含有量を変化させてミリング速度を調べると、図2に示すごとく、ミリング速度は膜組成に応じて変化する。同図からも明らかのように、NiBについてはB=2.5wt%の組成のものがミリング速度が最も遅く、約10nm/minである。

【0025】パターンを形成すべき対象層である下部磁極層11、記録ギャップ層12及び上部磁極層13を主

として構成する高Bs膜やNiFe層のミリング速度が約20nm/min程度であり、マスク15のミリング速度としてはその約3/4以下であれば充分であることを考慮すると、図2から、マスク15のB又はPの含有量は、0.2～14.0wt%が適切な範囲となる。*

表1

母材	含有元素1	組成1	含有元素2	組成2
Ni	B	0.2-14wt%		
Ni	P	0.2-14wt%		
Ni	B	0.2-5wt%	W	10-30wt%
Ni	P	0.2-5wt%	W	10-30wt%
Co	B	0.2-14wt%		
Co	P	0.2-14wt%		
Co	B	0.2-5wt%	W	10-30wt%
Co	P	0.2-5wt%	W	10-30wt%
Ni	B	0.2-10wt%	Co	5-25wt%
Ni	P	0.2-10wt%	Co	5-25wt%

【0028】無電解めっきは、電解めっきに比して設備的に簡便なめっき法である。しかしながら、無電解めっきによると、膜成長速度が一般に20～30μm/hourという高レートであるため、1μm幅のレベルでマスクパターンを形成したとしても、めっき液の回り込み不足が生じ易いので微細加工が非常に困難である。このため、従来より、無電解めっきを微細加工には使用することはなかった。しかしながら、めっき浴の温度及びめっき浴のpHを適切に調整することにより、膜成長速度を低下させることができ、微細パターンの形成が可能となった。さらに、めっきの下地となる層（本実施形態では上部磁極層13）を鉄系の下地とすること及びめっき面を酸により前処理することによって、めっき液の回り込みを大幅に改善することができる。

【0029】本実施形態では、60℃に保持されたpH6.1の純水希釈めっき溶液（例えばNiB無電解めっき液）中に15分間浸漬することによって無電解めっきを行っている。無電解めっき液の温度は、レジスト材の熱的影響を考慮して50～90℃、好ましくは60℃である。無電解めっき液のpH範囲としては、pH7以下が望ましく、より好ましくはpH5～6.8である。本実施形態における膜成長速度は、従来技術による膜成長※50

*【0026】マスク15の好ましい具体的な組成例を次の表1に示す。

【0027】

【表1】

※速度（20～30μm/hour）よりかなり低い約100nm/min（6μm/hour）以下であり、これにより、めっき液の回り込み不足等を大幅に改善することができ、微細パターン形成が可能となった。

【0030】次いで、アセトン等のリムーバを用いてレジストフレーム14を剥離除去することによって、図1の（D）に示すような構成が得られる。

【0031】次いで、同図（E）に示すように、形成したマスク15を用いてイオンミリングによるエッチングを行う。イオンミリングの条件としては、例えば加速電圧500mV、加速電流400mAである。これによって、同図（F）に示すように、下部磁極層11、記録ギャップ層12及び上部磁極層13が、マスク15の下方のパターンである書込み磁極層部分（11'、12'、13'）を除いて除去されることとなる。

【0032】次いで、マスク15を何らかの方法で剥離除去することによって、同図（G）に示すように、書込み磁極層11'、12'及び13'がパターンニング形成されることとなる。

【0033】本実施形態では、Ni又はCoを母材とし、これにB等の3B族元素や、P等の5B族元素を添加した金属化合物によりマスク15を形成しており、エ

ッチングレートがエッチングされるべき対象層である下部磁極層11、記録ギャップ層12及び上部磁極層13より著しく低いため、非常に薄い膜厚で構成可能となる。また、無電解めっきを用いても微細パターンニングすることができる。その結果、高い異方性(下地面に対して $90^\circ \pm 2^\circ$ 程度の垂直性)を確実に得ることができる。

【0034】無電解めっき後にマスク15を約 250°C でのアニーリングすることにより、このマスクのミリングレートをさらに低下させることができる。パターン形成対象層である下部磁極層11及び上部磁極層13にFeZrNを用いる場合、その組成形成のため、 200°C 以上で硬度が上がる場所、MR素子への影響から約 250°C で数時間の真空中熱処理を行うが、マスク15を形成した後にこの熱処理を行うようにすれば、工程数を増加させることなくマスク15のアニーリングが可能となる。

【0035】なお、以上に述べた実施形態は、インダクティブ書込みヘッド部とMR読出しヘッド部とを有する複合型薄膜磁気ヘッドにおける書込み磁極層のパターンを形成する場合であるが、本発明のパターン形成方法は、金属磁性体薄膜の微細パターン形成に限らず、無機化合物薄膜、有機化合物薄膜等のパターン形成に適用可能である。なお、マスクの下地に鉄系材料層を設けること及びめっき面の酸による前処理は、無電解めっきを微細加工へ適用するのに大きく貢献しており、本発明のマスク形成に大きな役割を果たすものである。

【0036】

【実施例】本発明に用いるマスクを実際に形成した実施例について以下説明する。

【0037】 5000nm の膜厚で Al_2O_3 を成膜した AlTiC 基板上に、 500nm の膜厚のNiFe層を形成した。このNiFe層は、酸による前処理を容易にするために形成された。

【0038】NiFe層の表面にノボラック系レジストを用いたフォトリソプロセスにより、幅 1500nm でNiFe層表面を露出したレジストフレームを作成した。

【0039】これを、めっき面のぬれ性を得るべく、 4.5% HCl水溶液に約1.5分間浸漬した。

【0040】次いで、 60°C に保持されたpH6.1のNiB無電解めっき液中に15分間浸漬することによって無電解めっきを行った。その後、リムーバを用いてレジストフレームを除去した。

【0041】その結果、膜厚が 1500nm の高い異方

性を有するNiBマスクを形成することができた。膜成長速度は、約 $100\text{nm}/\text{min}$ であり、得られた膜は、Bの含有量が $B=2.5\text{wt}\%$ という組成であった。

【0042】めっき直後のNiBマスクのミリング速度は、 $8.28\text{nm}/\text{min}$ であり、 250°C でのアニーリングの後には $7.94\text{nm}/\text{min}$ であった。これは、パターン形成対象層であるNiFe層のミリング速度である $20\text{nm}/\text{min}$ に対して約 $1/2$ 以下の速度であり、かつ Al_2O_3 のミリング速度である $6.51\text{nm}/\text{min}$ に匹敵する速度である。従って、このマスクは、複合型薄膜磁気ヘッドにおける書込み磁極層のパターン形成用のマスクとして非常に有効である。本発明の形成方法によれば、このようなマスクを極めて容易に形成することが可能である。

【0043】以上に述べた実施形態及び実施例は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

【0044】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、パターン形成すべき対象層上にマスクを形成し、対象層を選択的にエッチングするパターン形成方法であって、マスクとして、ニッケル金属又はコバルト金属を母材とし少なくとも3B族元素及び/又は5B族元素を含有する金属化合物により形成されているため、エッチングレートがエッチングされるべき対象層より著しく低いため、これをマスクとして用いた場合に、非常に薄い膜厚で構成可能となる。その結果、エッチングの異方性を確実に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

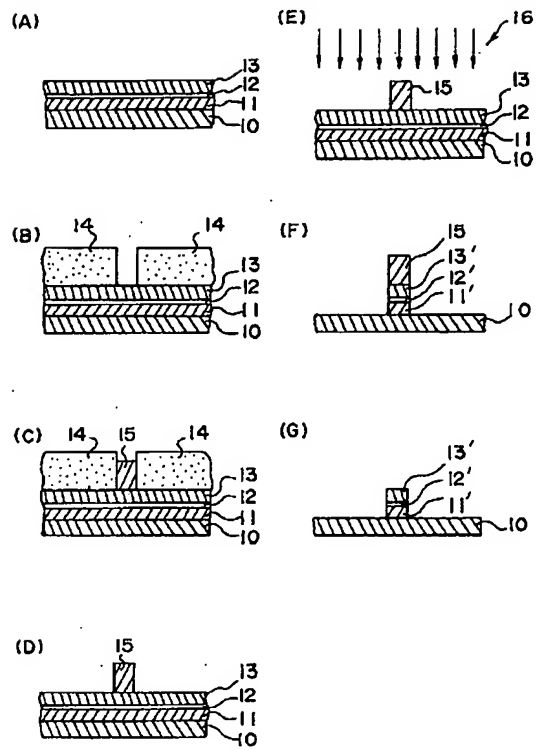
【図1】本発明の一実施形態におけるパターン形成工程を概略的に示す断面図である。

【図2】マスクのB及びPの含有量に対するミリング速度の特性図である。

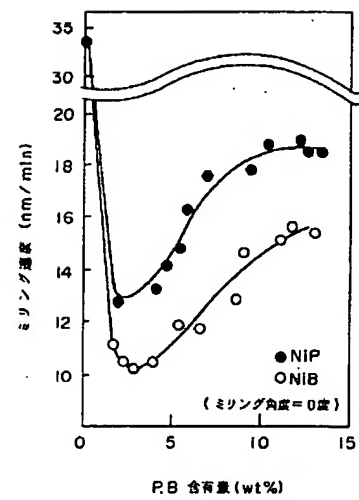
【符号の説明】

- 10 上部シールド層
- 11 下部磁極層
- 12 記録ギャップ層
- 13 上部磁極層
- 14 レジストフレーム
- 15 マスク

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 松熊 浩司
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
 ディーケー株式会社内